

## Autores

**Leandro Vargas,**  
Eng. Agrôn.,  
Estação Experimental de  
Vacaria -  
Embrapa Uva e Vinho,  
Caixa Postal 1513  
CEP 95200-000  
Vacaria, RS

**Erivelton Scherer Roman,**  
Eng. Agrôn.,  
Embrapa Trigo,  
Caixa Postal 451  
CEP 99001-970  
Passo Fundo, RS

## Controle de Plantas Daninhas em Pomares

A eliminação de espécies indesejadas (plantas daninhas) que crescem com a cultura, competindo pelos recursos água, luz, nutrientes e CO<sub>2</sub>, é uma necessidade que existe desde que o homem passou a cultivar seu alimento. As plantas daninhas podem afetar negativamente a quantidade e a qualidade da produção.

O controle de plantas daninhas em pomares está passando por mudanças. Isso se deve aos diferentes sistemas de produção adotados pelos produtores de frutas. O sistema convencional, amplamente usado pelos fruticultores, está sendo substituído pelos sistemas orgânico e integrado. Esta mudança deve-se a fatores econômicos, à conscientização do produtor para questões ambientais e às exigências do mercado consumidor.

O sistema de produção integrada de frutas (PIF) não prevê o uso de componentes que possam afetar negativamente os mecanismos naturais de controle da produção, ou seja, que interfiram negativamente na biodiversidade ou que apresentem riscos à saúde humana ou ao meio ambiente, predispondo as plantas a serem afetadas pelas pragas. Dessa forma, aqueles produtores que optarem pela produção integrada de frutas terão que reduzir a quantidade de herbicida utilizada e deixar de usar determinados ingredientes ativos, necessitando buscar alternativas para controlar as plantas daninhas nos pomares. Já o sistema de produção orgânica (PO) privilegia o fortalecimento da biodiversidade, estimulando o desenvolvimento equilibrado das plantas. Nesse sistema, os agroquímicos usados, neste caso para prevenção e controle de pragas e doenças, não devem ter origem sintética e, portanto, os produtores não poderão usar herbicidas sintetizados para controlar plantas daninhas. Por outro lado, o sistema de produção convencional (PC) permite ao produtor lançar mão de todos os herbicidas registrados para a cultura, respeitadas as recomendações técnicas específicas de cada produto.

Vale salientar que a composição da vegetação de uma área está diretamente ligada à pressão de seleção exercida pelos métodos de controle usados, e que o controle eficiente de plantas daninhas não implica em inexistência destas no pomar. A cultura “tolera” certo grau de interferência sem resultar em perdas significativas na produção ou, ainda, existem situações onde o controle possui custo superior às possíveis perdas. Portanto, existe a necessidade de se conhecer as espécies que ocorrem no pomar, quais as proporções e suas implicações, pois só assim será possível usar racionalmente os diferentes métodos de controle disponíveis em cada sistema de produção.

## **Competição pelos recursos**

A competição é a luta que se estabelece entre a cultura e as plantas daninhas por água, luz, nutrientes e dióxido de carbono disponíveis em um determinado local e tempo. A competição é um fenômeno natural em uma comunidade de plantas onde existem recursos limitados, tendendo a ser maior e mais prejudicial a ambos os competidores quanto mais semelhantes forem as exigências ambientais e o hábito vegetativo dessas. As plantas daninhas tendem a levar vantagem competitiva sobre as plantas cultivadas, pois o contínuo e/ou repetido estresse aplicado sobre as plantas daninhas resultou em plantas altamente especializadas em características competitivas. Por outro lado, o melhoramento

genético das culturas, direcionado para aumento da produção, resultou em decréscimo do potencial competitivo. Além disso, os sistemas de condução, adotados em fruticultura, limitam o crescimento de algumas culturas. Dessa forma, em algumas situações, ocorre grande disputa entre as culturas e as plantas daninhas para a obtenção dos recursos, sobressaindo a espécie com maior capacidade ou mais eficiente em capturá-los.

O controle das plantas daninhas consiste em suprimir o crescimento e/ou reduzir o número destas na área, até níveis toleráveis pela cultura, ou seja, até o ponto em que não ocorram prejuízos significativos na produção.

As plantas daninhas podem causar grandes prejuízos em pomares e o seu controle é importante, principalmente naqueles recém-implantados, uma vez que, após a implantação do pomar, as mudas necessitam de um certo tempo para se desenvolver e se fixar no ambiente. O pequeno volume de solo, explorado pelas raízes das plantas jovens, proporciona baixa capacidade competitiva. Neste sentido, o controle eficiente das plantas daninhas, em pomares com plantas jovens da cultura, torna-se imprescindível para proporcionar condições de estabelecimento e desenvolvimento das mesmas. O controle eficiente de plantas daninhas proporciona maior desenvolvimento e produtividade da cultura, além de rápida retomada do crescimento vegetativo na estação de crescimento seguinte.

## **Toxicidade herbicida em pomares**

A sensibilidade aos herbicidas varia de acordo com a espécie e a idade da planta. Assim, plantas mais velhas tendem a ser mais tolerantes aos herbicidas do que plantas mais jovens. Entretanto, nenhum tipo de cuidado extra é considerado no momento da aplicação de herbicidas em pomares que possuem plantas jovens.

A ocorrência de plantas frutíferas, jovens ou velhas, com sintomas de intoxicação por herbicidas e a constatação de falhas no controle das plantas daninhas são freqüentes em pomares. Esse fato é bastante preocupante devido à possibilidade da ocorrência de resíduos de agrotóxicos nos frutos e a possíveis efeitos negativos sobre a produção. São raros os estudos que avaliam as perdas na produção em frutíferas devido à toxicidade de herbicidas.

A intoxicação das plantas, com a conseqüente manifestação de sintomas de toxicidade, é atribuída a diversos fatores, sendo os principais: uso de dose excessiva para o tipo de solo, aplicação em condições climáticas inadequadas e pulverização de brotações e outras partes da planta com herbicidas sistêmicos como o glyphosate.

Para produtos absorvidos pelas raízes das plantas, aplicados em pré ou pós-emergência, a dose de herbicida a ser usada depende, além da cultura e das espécies daninhas, da textura do solo, da CTC efetiva e do teor de matéria orgânica do solo.

Geralmente, solos com textura leve e baixo

teor de matéria orgânica requerem doses menores de herbicida do que solos pesados e com maior teor de matéria orgânica, para proporcionar controle efetivo das plantas daninhas. A maioria dos herbicidas de solo possui recomendação diferenciada para cada tipo de solo, onde a menor dose é usada em solos arenosos, a dose intermediária em solos médios e a maior em solos argilosos com alto teor de matéria orgânica.

O uso de herbicida inadequado e/ou erro na dose apresentam, normalmente, reduzida possibilidade de correção, constituindo-se nas principais causas de fracasso nas aplicações.

As condições climáticas afetam o desempenho dos herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. Os produtos aplicados em pré-emergência, sem incorporação, necessitam de umidade adequada no solo para se difundir e se distribuir naturalmente no perfil, prevenindo-se, assim, perdas por volatilização e fotodecomposição. Já os herbicidas aplicados em pós-emergência necessitam de condições climáticas que favoreçam sua absorção e translocação na planta. Para isso, em geral, a temperatura mínima é de 10°C (a ideal entre 20-30°C) e a máxima de 35°C. A umidade relativa mínima é de 60% (a ideal entre 70-90%) e a máxima de 95%. Não se deve aplicar herbicidas na presença de ventos com velocidade superior a 10 km h<sup>-1</sup> sobre plantas estressadas e em situações de chuva iminente, sob pena de perda da eficiência do tratamento e/ou de causar danos às culturas vizinhas. A aplicação em dias com vento forte poderá

provocar deriva, e as gotículas podem não atingir o alvo, e sim a cultura.

A baixa umidade relativa provoca a desidratação da cutícula e o secamento rápido da gota sobre a superfície da folha, provocando a cristalização do produto sobre esta, o que dificulta a absorção das moléculas. Altas temperaturas podem provocar a volatilização das moléculas e aumentar a evaporação das gotas; por outro lado, temperaturas baixas podem reduzir o metabolismo das plantas e dificultar a absorção e a translocação dos produtos até o seu local de ação.

A aplicação do herbicida, sobre plantas estressadas, também reduz a absorção e translocação deste e pode reduzir o metabolismo das moléculas herbicidas por parte da cultura, reduzindo a seletividade do produto. A ocorrência de chuva, logo após a aplicação, pode lavar as moléculas do herbicida da superfície da folha da planta e impedir a sua absorção. Alguns herbicidas ou formulações usadas em fruticultura, como o glufosinate e o glyphosate, necessitam de até seis horas sem chuva após a aplicação, para serem absorvidos em quantidade suficiente para controlar a planta daninha.

A pulverização de brotações basais das plantas frutíferas e a deriva são as principais causas de intoxicação destas por herbicidas. Nas aplicações de herbicidas sistêmicos, deve-se ter cuidado para não atingir partes da planta capazes de absorver o produto, tais como folhas, ramos e caules jovens. No caso de as frutíferas possuírem brotações basais, estas devem ser eliminadas antes da

aplicação do produto, sabendo-se que é muito difícil não atingi-las na aplicação. A eliminação pode ser feita manualmente ou com uso de herbicidas de contato. Já para evitar a intoxicação das plantas da cultura devido à deriva, deve-se usar equipamentos antideriva como pontas que produzam gotas grandes, regular o equipamento adequadamente e observar as condições de clima, realizando aplicações somente em condições favoráveis, ou seja, não aplicar na presença de ventos com velocidade superior a  $10 \text{ km h}^{-1}$ .

## **Cuidados na hora de escolher o herbicida**

A escolha do herbicida a ser usado depende da sua eficiência sobre as plantas daninhas presentes na área, da época de aplicação, da cultura, do tipo de solo, das culturas adjacentes, do registro para cultura e do custo.

O residual dos herbicidas é extremamente importante para proporcionar controle das plantas daninhas durante o período crítico de competição. A persistência de um herbicida varia de acordo com a estrutura química da molécula, o tipo de solo e o clima que afetam, por sua vez, a adsorção, a lixiviação e a decomposição microbiana e química. Ao se escolher o herbicida deve-se levar em consideração a solubilidade e a lixiviação do mesmo, o que torna possível, de acordo com as variáveis envolvidas, prever sua persistência e a possibilidade de lixiviação até o lençol freático. O resíduo de alguns

herbicidas pode permanecer durante um longo período no solo. Os herbicidas à base de atrazine e diuron podem apresentar elevado residual em certas condições, principalmente em casos de deficiência hídrica após aplicação. A atrazine, em anos secos, pode afetar espécies como o feijão um ano após a aplicação.

## **Uso de herbicidas combinados**

Os pomares são infestados por diferentes espécies daninhas com características fisiológicas e morfológicas específicas, que lhes conferem a capacidade de responder diferenciadamente aos herbicidas. Para superar esse problema, muitas vezes é necessário usar mais do que um herbicida e com diferentes mecanismos de ação para obter controle eficiente de todas as espécies daninhas do local. A possibilidade de utilizar mais de um herbicida de forma sequencial surge como alternativa eficiente para facilitar o manejo das plantas daninhas e, muitas vezes, é capaz de reduzir o custo do tratamento, além de prevenir o surgimento de plantas resistentes. Entretanto, os cuidados devem ser maiores, pois se estará aplicando mais de um produto em curto intervalo de tempo.

O uso combinado de dois ou mais herbicidas, na mesma área, pode ser feito pela aplicação desses produtos separadamente (um herbicida após o outro) ou conjuntamente, são exemplos o paraquat + diuron (Gramocil) e atrazine + simazine (Extrazin SC).

Ao se empregar mais de um herbicida, deve-se atentar para as reações desses produtos sobre as plantas daninhas e sobre a cultura. São três as interações possíveis:

- Sinérgica - Quando o efeito dos herbicidas aplicados associados é maior que a soma dos efeitos isolados.
- Aditiva - Quando o efeito dos herbicidas em mistura é igual à soma dos seus efeitos quando aplicados separados.
- Antagônica - Quando o efeito dos herbicidas em mistura é menor que a soma dos seus efeitos quando aplicados separadamente.

É interessante lembrar que esses efeitos podem variar para diferentes espécies de plantas. Do ponto de vista prático, seria ideal que a mistura apresentasse efeitos antagônicos para a cultura e sinérgico para as plantas daninhas.

Várias misturas sinérgicas de herbicidas têm sido reportadas. As bases para essa interação podem ser:

- Aumento da penetração foliar dos herbicidas aplicados em pós-emergência;
- Aumento da translocação;
- Inibição do metabolismo;
- Interações dos mecanismos de ação dos herbicidas envolvidos.

O antagonismo acontece quando uma reação adversa ocorre entre os herbicidas na solução ou na planta. Ocorre antagonismo quando um herbicida de contato (paraquat ou glufosinate) é aplicado com um herbicida sistêmico (glyphosate ou 2,4-D). A absorção e a translocação do herbicida sistêmico ficam

prejudicadas, resultando em menor efeito destes produtos.

A mistura de herbicidas com inseticidas e fertilizantes também resulta em diversos tipos de interações. Em geral, a toxicidade de alguns herbicidas tem mostrado ser influenciada por alguns inseticidas organofosforados e/ou metilcarbamatos. É importante salientar que o produtor deve consultar um engenheiro agrônomo antes de empregar produtos combinados em uma mesma área.

## **Cuidados com os equipamentos no momento da aplicação**

O sucesso no controle das plantas daninhas depende da escolha do herbicida adequado para as espécies que estão ocorrendo na área e da sua correta aplicação. A distribuição do herbicida na área deve ser uniforme e a quantidade aplicada de ingrediente ativo deve ser adequada para evitar falhas de controle ou danos à cultura.

Para isso, antes de iniciar a aplicação do herbicida, é necessário revisar cuidadosamente o equipamento de pulverização a ser usado. Os bicos devem ser examinados individualmente, a fim de avaliar o desgaste e o alinhamento. O volume de calda a ser aplicado, o tamanho das gotas, a pressão de funcionamento dos bicos, a dose, a diluição, a agitação e a necessidade da adição de adjuvantes devem ser cuidadosamente verificados. Infelizmente, na maioria das aplicações são

constatadas muitas falhas quanto a esses aspectos.

Os herbicidas são aspergidos sobre o solo ou plantas; para garantir que o ingrediente ativo atinja o alvo, é preciso que o equipamento esteja distribuindo o produto de forma adequada, de acordo com a situação. Se o produto aplicado for de contato ou de translocação exclusivamente apoplástica (movimento do herbicida junto com o fluxo da água, via xilema), é necessária a completa cobertura do alvo com a calda. A concentração do produto na calda e o tamanho e número de gotas devem ser observados para cada tipo de tratamento.

Atualmente, o controle químico de plantas daninhas é adotado por pequenos, médios e grandes produtores, sendo a aplicação realizada com uso de pulverizadores costais, de barra, sistemas de irrigação ou aplicações aéreas. Esses métodos de aplicação são eficientes, no entanto a utilização de cada um deles depende da situação. A boa regulação do equipamento irá evitar desperdícios e perdas no rendimento, em razão da toxicidade causada à cultura.

## **Qualidade da água usada na aplicação de herbicidas**

Os sistemas de produção, mais especificamente o sistema de produção integrada de frutas (PIF), requer aplicações de herbicidas cada vez mais eficientes e redução da quantidade de ingrediente ativo aplicado. A indústria química de defensivos

oferece ao setor produtivo produtos modernos, com características avançadas e que permitem, na prática, a diminuição do custo, enquanto mantêm um nível de controle eficiente das plantas daninhas. Entretanto, ainda existem muitos fatores a serem esclarecidos que podem afetar negativamente o desempenho dos herbicidas. A qualidade química da água, (teor de sais e pH) usada como veículo na aspersão do produto, é uma característica que pode afetar grandemente a eficiência de determinadas moléculas herbicidas.

As moléculas herbicidas possuem características químicas que lhes conferem capacidade de reação com íons presentes na água de aspersão, os quais podem imobilizá-las, reduzindo sua atividade nas plantas. A intensidade das reações é variável com o pH da solução e com o tipo de íon presente, sendo que as propriedades físico-químicas e a atividade dos herbicidas podem ser alteradas com a redução do pH da calda.

A acidificação da calda reduz a dissociação das moléculas; assim, herbicidas dissolvidos em condições de baixo pH são absorvidos com maior facilidade pelas plantas devido às moléculas encontrarem-se na forma não-dissociada.

Tentativas em manter ou aumentar a fitotoxicidade de certos herbicidas pela redução do volume do diluente, adição de ácido sulfúrico ou sulfato de amônio à calda herbicida têm-se mostrado práticas promissoras. Essas modificações na aplicação têm permitido reduções na dose herbicida, resultando em diminuição do

custo, enquanto mantêm um nível de controle eficiente das plantas daninhas. Os adubos nitrogenados, como nitrato de amônio e sulfato de amônio, também possuem potencial para alterar o pH da solução pela neutralização do antagonismo de cátions à plena atividade dos herbicidas. A adição de sulfato de amônio na calda previne o antagonismo ocasionado ao glyphosate pelos íons presentes na água, evitando a formação de sais de cálcio e de magnésio, os quais são pouco absorvidos pelas plantas.

Ácidos e adubos nitrogenados são referidos como substâncias adjuvantes capazes de aumentar a eficiência de vários herbicidas de pós-emergência. A adição de determinados ácidos à solução contendo glyphosate supera a perda de eficiência desse herbicida causada por água “dura”.

A importância do uso de adjuvantes em otimizar a atividade de muitos compostos herbicidas de pós-emergência, atualmente, está bem reconhecida e pode representar economia na aplicação pela possibilidade do uso de doses reduzidas. Cabe ressaltar que a adição de substâncias ácidas no tanque do aspersor pode provocar corrosão em alguns componentes do equipamento. Além disso, o exato mecanismo pelo qual os ácidos e/ou substâncias nitrogenadas superam o efeito negativo do pH elevado (alcalino) e de sais presentes na calda ou qual a quantidade a ser utilizada, ainda não são totalmente conhecidos. No entanto, a utilização dessas substâncias geralmente aumenta a eficiência dos herbicidas e pode proporcionar redução na dose utilizada. Mas, isso não significa que

se possa usar tais produtos sem critérios, ou seja, é necessária análise de cada caso, pois em alguns momentos, dependendo do tipo de íon e da molécula herbicida envolvida, a redução do pH da calda pode aumentar ainda mais a imobilização das moléculas do produto ao invés de evitá-la.

## **Principais fatores responsáveis pelo fracasso das aplicações de herbicidas**

O número de variáveis que determinam o sucesso ou fracasso de uma aplicação herbicida é grande e estão, na sua maioria, relacionados com os fatores abaixo.

### **Clima**

- Falta de chuva ou quantidade insuficiente para ativar o produto no solo ou proporcionar condições favoráveis para absorção pelas raízes ou parte aérea.
- Excesso de chuva provocando a lavagem do produto da folhagem e/ou provocando lixiviação para camadas profundas do solo fora da região de controle.

### **Solo**

- Alta adsorção da molécula por solos com alto teor de argila e/ou matéria orgânica, reduzindo a quantidade de produto na solução do solo;
- Solos arenosos possuem baixa capacidade de reter herbicidas solúveis, favorecendo a lixiviação;

- O pH do solo pode afetar a ionização da molécula herbicida, aumentando a adsorção.

### **Herbicida**

- Herbicidas com baixo residual proporcionam controle por períodos curtos, ocorrendo reinfestação;
- Aplicações em estádios vegetativos avançados das plantas daninhas;
- Uso de herbicidas com espectro de controle inadequado;
- Uso de dose incorreta.

### **Aplicação**

- Incorporação insuficiente ou muito profunda;
- Mistura incorreta de produtos;
- Aplicação com volume de calda ou muito alto ou muito baixo;
- Aplicação em condições ambientais inadequadas (luz, temperatura, umidade e vento);
  - Uso de equipamento inadequado ou mal regulado.

## **Manejo da vegetação em pomares**

A diversidade de espécies que compõem a vegetação de uma área é resposta às práticas culturais aplicadas, sendo que, enquanto algumas espécies aumentam sua população, outras podem diminuir, chegando ao extremo de se ter altíssima diversidade ou



apenas uma espécie no local. O uso repetido de herbicidas ou outro método de controle resulta em alterações profundas na composição da vegetação do local.

O manejo eficiente das espécies daninhas depende do conhecimento da biologia destas e da cultura envolvida. Deve-se conhecer ainda: época de ocorrência, métodos e eficiência de propagação, capacidade competitiva e fatores que favorecem o desenvolvimento (pH, fertilidade, compactação, temperatura, umidade entre outros). As práticas de manejo, empregadas isoladamente, podem afetar grandemente uma espécie e favorecer o desenvolvimento de outra, criando a necessidade do controle integrado, ou seja, por meio do uso de mais de um método de controle.

O controle das plantas daninhas consiste em suprimir o crescimento e/ou reduzir o número destas por área, até níveis aceitáveis para convivência. Em determinadas situações, para se obter controle eficiente das plantas daninhas, necessita-se iniciar o controle antes da instalação da cultura ou até mesmo na safra anterior.

## **Manejo das plantas daninhas antes da implantação do pomar**

A implantação do pomar é uma das fases em que se deve adotar medidas que evitem a competição. As plantas jovens possuem sistema radicular restrito, estando mais suscetíveis à competição. A competição poderá ter efeitos negativos sobre o

estabelecimento e desenvolvimento da cultura com repercussão na produção do pomar. Além disso, a implantação do pomar, em áreas infestadas com plantas daninhas de difícil controle, poderá gerar muitas dificuldades para manejar estas espécies. As plantas daninhas de difícil controle devem ser eliminadas antes da instalação do pomar, evitando-se a competição na fase inicial de desenvolvimento e problemas de manejo futuros.

O produtor deve conhecer as plantas daninhas que infestam a área para embasar a escolha das práticas ou métodos de controle a serem empregados. Existem muitas estratégias que podem ser adotadas para reduzir a infestação das plantas daninhas antes da implantação da cultura; dentre elas destacam-se:

- a) Escolha da área - deve dar preferência ao uso de áreas livres ou com baixa infestação de plantas daninhas, ou, ainda, de áreas com espécies de fácil controle;
- b) Preparo do solo - essa prática elimina as plantas daninhas estabelecidas e torna o ambiente favorável ao recebimento da cultura;
- c) Preparo antecipado do solo - essa prática visa induzir a germinação das sementes e a emergência das plântulas que poderão ser controladas, mecanicamente, antes da implantação da cultura;
- d) Uso de cobertura morta – a liberação de substâncias alelopáticas e o efeito físico

da cobertura morta reduz a germinação de sementes de plantas daninhas, a emergência e o crescimento de plântulas.

A cobertura morta poderá ser obtida com a dessecação das espécies do local ou com uso de palhada de outras culturas como trigo, feijão ou milho, provenientes de outras áreas. A palhada deve formar uma camada protetora sobre o solo, capaz de exercer efeito físico sobre a população de plantas daninhas, interferindo na passagem de luz, temperatura e umidade do solo, reduzindo a germinação e a emergência de plantas daninhas. Em geral, não se deve empregar camadas com menos de 10 cm de espessura.

## **Manejo das plantas daninhas após a implantação do pomar**

### **Monitoramento**

O monitoramento das espécies daninhas presentes na área e de suas proporções, além de auxiliar na escolha do método de controle a ser usado, indica o comportamento das espécies naquele ambiente. Essas informações são úteis na detecção da seleção e alterações nas proporções das espécies. Nos casos em que há suspeita da seleção de espécies indesejadas, deve-se substituir o método de controle que vem sendo usado. O monitoramento, na maioria dos casos, proporciona economia e permite a identificação de alterações na flora no início

do processo de seleção, o que facilita a reversão.

Os métodos de controle de plantas daninhas são: preventivo, cultural, mecânico, químico e biológico. O método químico, por meio de herbicidas, é o mais empregado atualmente. As práticas culturais como o preparo do solo, a adubação, a escolha dos cultivares mais adequados, a época da implantação do pomar e o número de plantas por área, contribuem para um controle eficiente das plantas daninhas e nem sempre aumentam o custo de produção; ao contrário, podem até mesmo reduzi-lo.

## **Métodos de Controle de Plantas Daninhas**

### **Controle preventivo**

No controle preventivo, o produtor deve reduzir as possibilidades de introdução e multiplicação de propágulos de plantas daninhas na área. Esse controle objetiva evitar a infestação e a reinfestação das áreas em que as plantas daninhas são indesejáveis, entretanto ele não programa o controle ou a eliminação de espécies infestantes.

Para colocar em prática o controle preventivo, o produtor deverá: usar mudas certificadas, evitar trânsito de animais de áreas infestadas para áreas livres de plantas daninhas, limpar os equipamentos após trabalho em áreas com plantas daninhas indesejáveis e controlar, por meio de roçadas, essas espécies em canais, margens do pomar e nos caminhos ou estradas.

## **Controle cultural**

O controle cultural consiste em usar qualquer condição ambiental ou procedimento que promova o rápido crescimento da cultura, favorecendo esta em relação às plantas daninhas. Esse método está baseado em dois princípios: as primeiras plantas que ocupam uma área tendem a excluir as demais, e a espécie melhor adaptada predominará no ambiente.

Este controle usa principalmente as características da cultura para inibir o desenvolvimento das plantas daninhas. Dessa forma, os tratos culturais devem ser realizados de maneira a proporcionar o máximo benefício à cultura em relação às plantas daninhas. A adubação correta, a adequação do espaçamento entre fileiras e entre plantas, diminuindo o espaço para as plantas daninhas são práticas que podem proporcionar grande vantagem para a cultura.

## **Controle mecânico**

Esse método consiste na eliminação das plantas daninhas pelo efeito físico. A capina na linha e a roçada na entrelinha são os métodos mecânicos mais utilizados para controlar e manejar a vegetação em pomares.

A roçada elimina a parte aérea das plantas, reduzindo o crescimento, o uso da água e a massa verde da vegetação, proporcionando maior facilidade para aplicação dos tratos culturais e movimentação no pomar.

Entretanto, a roçada interrompe a dinâmica e o processo de sucessão natural, criando um

ambiente onde se elimina a parte aérea das espécies que ocupam as posições superiores, permitindo, assim, a chegada da luz até as plantas que estavam sombreadas. Isso nem sempre é desejável, pois, em alguns casos, pode-se beneficiar excessivamente uma espécie indesejada que se tornará predominante ou única na área. Em pomares onde se praticam roçadas repetidas, com baixa altura de corte, espécies como os trevos podem se tornar predominantes. O trevo aumenta a disponibilidade de nitrogênio e, em consequência, a absorção deste pela cultura, provocando maior sensibilidade ao frio.

A remoção de grande parte da folhagem reduz a produção de carboidratos e estimula a metabolização e translocação destes das raízes para a parte aérea, onde será utilizado na reposição da folhagem e do aparato fotossintético que permitirá à planta continuar seu crescimento. Estudos indicam que a retirada de 60% da parte aérea pela roçada faz cessar o crescimento das raízes por vários dias, enquanto que a retirada de 40% ou menos não apresenta nenhum efeito negativo. A recomendação, em situações em que não se deseja afetar o crescimento e a continuidade do ciclo da planta, é que a roçada elimine até 40% da parte aérea.

A manutenção da diversidade de espécies é importante para reduzir as possibilidades do aparecimento e a magnitude do ataque de pragas e patógenos, já que algumas espécies servem como fonte de alimento e proteção para estas. Em geral, espécies dicotiledôneas (folhas largas) são menos

desejadas em pomares do que gramíneas em virtude destas servirem de hospedeiras para pragas e doenças que atacam a cultura.

A umidade é fator determinante para ocorrência de muitas doenças e esta tende a ser maior em pomares onde a vegetação da entrelinha não é roçada com frequência.

Antes de adotar o controle mecânico, o produtor deve estar ciente da adequabilidade desse método para controlar as espécies daninhas que são problemas em seu pomar. Para isso, é necessário conhecer algumas características da espécie daninha envolvida, como: capacidade de enraizamento, profundidade do sistema radicular, hábito de crescimento e tipo de reprodução. Essas características definem como o equipamento deve ser operado, por exemplo: o uso de capina para controlar plantas daninhas, como a tiririca e a grama-seda (estoloníferas), pode provocar fragmentação dos estolões e conseqüente aumento do número dessas plantas na área.

O controle mecânico de plantas daninhas, na linha da cultura, pode ser feito com uso de roçadeira manual ou com enxada. O método mecânico é eficiente para controlar, na linha da cultura, plantas anuais e bienais; já as plantas perenes, como o trevo, que desenvolvem sistema radicular profundo, apresentam maiores dificuldades de controle.

### **Controle biológico**

Esse tipo de controle é pouco usado no Brasil, não estando suficientemente desenvolvido. No entanto, existem muitos estudos com resultados promissores.

### **Controle químico**

O controle químico apresenta as vantagens de: ser eficiente, evitar a interferência das plantas daninhas desde a implantação da cultura; permitir controlar plantas daninhas em época chuvosa, quando o controle mecânico é impraticável; não causar danos às raízes da cultura; não revolver o solo; permitir melhor distribuição das plantas na área; controlar as plantas daninhas na linha da cultura; e, principalmente, ser de rápida operação. Entre as desvantagens estão a exigência de equipamentos adequados e a capacitação dos produtores. As aplicações incorretas resultam em elevação dos custos, controle ineficiente, poluição do ambiente e acumulação de resíduos no solo, na água e nos alimentos.

O uso de herbicidas é especialmente importante em locais onde ocorrem altas infestações, e o tempo disponível para controle é reduzido devido ao tamanho da área ou à falta de equipamentos com alto desempenho.

O controle seletivo de plantas daninhas em pomares, pode ser feito em pré ou em pós-emergência das plantas daninhas. Os herbicidas pré-emergentes são aplicados sobre a superfície do solo e necessitam de chuva para sua ativação. Alguns pré-emergentes exigem que, no momento da aplicação, as sementes das plantas daninhas ainda não tenham germinado, outros controlam plântulas ainda não emergidas. A dose do herbicida pré-emergente é definida levando-se em consideração o tipo de solo (teores de argila e matéria orgânica afetam

grandemente a ação desses herbicidas).

Para o controle de maior número de espécies é necessário uso de herbicidas combinados, uma vez que os produtos pré-emergentes controlam poucas espécies. Os herbicidas pós-emergentes são eficientes no controle de plantas daninhas em estádios iniciais de crescimento vegetativo. Esses são aplicados sobre as plantas e absorvidos principalmente pelas folhas. São mais exigentes em condições climáticas do que os pré-emergentes.

Os herbicidas à base de glyphosate, simazine e glufosinate são os produtos que podem ser utilizados para controle de plantas daninhas no Sistema de Produção Integrada de Frutas. No entanto, não se deve aplicar herbicidas nos 45 dias que antecedem a colheita. No sistema convencional, o produtor pode empregar, de acordo com a necessidade, qualquer dos produtos registrados para cultura, desde que observados o período de carência e outras especificações técnicas específicas de cada produto.

## **Herbicidas Registrados para Manejo da Vegetação em Pomares**

### **Ametryn**

Esse herbicida pertence ao grupo químico triazinas, cujo mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio do fluxo de elétrons no FSII, entre Qa e Qb. É recomendado em pré e pós-emergência

inicial das plantas daninhas. A absorção pode ser pelas raízes e/ou folhas, dependendo do tipo de aplicação. A translocação é via apoplasto quando absorvido pelas raízes, e transloca-se pouco se absorvido pelas folhas, atuando sobre as plantas, nesse caso, como produto de contato. São necessárias seis horas sem chuva, após a aplicação, para o ametryn ser absorvido. Os sintomas que surgem primeiro e de forma mais evidente nos tecidos mais velhos, são clorose internerval, seguida de amarelecimento das bordas das folhas que progride para necrose generalizada. Não são observados sintomas nas raízes.

É recomendado nas doses de 2 a 8 L ha<sup>-1</sup>, dependendo do tipo de solo e das espécies a serem controladas. Controla com eficiência caruru, capim-colchão, papuã, nabo, guanxuma, azevém, picão-preto e trapoeraba, entre outras.

O ametryn apresenta solubilidade em água de 185 ppm, pka = 4,1, kow = 427 e koc médio de 30 ml/g de solo. É pouco móvel no solo por ser muito adsorvido por colóides orgânicos e minerais deste. A sua adsorção é altamente influenciada pelo pH do solo. Também pode apresentar adsorção negativa (dessorção), ocorrendo liberação para as plantas de moléculas anteriormente inativadas pelos colóides do solo. É medianamente lixiviável em solo arenoso. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana, mas também química por processos de oxidação e hidrólise. Apresenta persistência média nas doses recomendadas (de 4 a 6 meses nas condições tropicais e

subtropicais), podendo ser maior que 9 meses, se usado em doses elevadas, dependendo do clima e tipo de solo.

### **Atrazine**

É um herbicida com ação residual, pertence ao grupo químico triazina, cujo mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese através do bloqueio do fluxo de elétrons no FSII, entre Qa e Qb. É recomendado em pré ou pós-emergência precoce das plantas daninhas, para controlar principalmente espécies dicotiledôneas.

A aplicação em pré-emergência é realizada no início da estação chuvosa, com solo limpo e com boa umidade. O atrazine não deve ser aplicado em plantas estressadas ou em períodos de deficiência hídrica. Quando aplicado em solo seco, a eficácia do produto será reduzida, se não chover em até seis dias. A aplicação em pós-emergência deve ser feita, preferencialmente, nos estádios iniciais de desenvolvimento (pós-emergência precoce) das plantas daninhas. Nas aplicações em estádios mais avançados (pós-emergência normal e tardia), a eficiência do produto pode ser reduzida. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar com alto vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, umidade relativa inferior a 60% e altas temperaturas.

Esse herbicida é absorvido pelas raízes e parte aérea das plantas. A translocação é via apoplasto, se absorvido pelas raízes, e pouco translocado, se absorvido pelas folhas. Os sintomas que surgem primeiro e

de forma mais evidente estão nos tecidos mais velhos, são clorose internerval seguida de amarelecimento das bordas das folhas que progride para necrose generalizada. Não são observados sintomas nas raízes.

O atrazine é muito eficiente no controle de plantas daninhas dicotiledôneas, apresentando eficiência apenas regular para diversas monocotiledôneas. O atrazine controla com eficiência folhas largas como picão-preto, guanxuma, caruru, corda-de-violão, nabo, leiteiro, poaia, carrapicho-rasteiro e papuã, entre outras. É recomendado nas doses de 3 a 8 L ha<sup>-1</sup>, dependendo da marca comercial, das espécies a serem controladas, da cultura e do tipo de solo. A menor dose é recomendada em pós-emergência precoce e em solos leves, e a maior em pós-emergência normal e em solos pesados e/ou com alto teor de matéria orgânica.

O atrazine apresenta solubilidade em água de 33 ppm, pKa = 1,7, K<sub>ow</sub> = 481 e K<sub>oc</sub> médio de 100 ml g<sup>-1</sup> de solo. É adsorvido pelos colóides da argila e da matéria orgânica tanto mais quanto maior o seu teor no solo; o processo é reversível, dependendo da umidade, da temperatura e do pH do terreno. É pouco lixiviável, não sendo comumente encontrado nos solos cultivados em profundidade superior a 30 cm. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana, mas também química e física. Apresenta persistência média no solo (5 a 7 meses). Nas condições tropicais e subtropicais, a

persistência pode ser maior que 12 meses, se usado em doses elevadas ou em casos de estiagem prolongada.

### **Diquat**

É um herbicida total pós-emergente, pertence ao grupo químico bipyridílio, cujo mecanismo de ação se dá pela captura de elétrons provenientes da fotossíntese e respiração, formando radicais livres que resultam na formação de radicais hidroxil e oxigênio livre (singleto), os quais promovem a peroxidação dos lipídios das membranas celulares, ocasionando o vazamento do suco celular e a morte do tecido. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar em bom estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É um herbicida usado para controle total da vegetação (dessecante). Pode ser aplicado em área total, em pós-emergência das plantas daninhas e em aplicações dirigidas, em cultura já estabelecida. A dose recomendada varia de 1,5 a 3,0 L ha<sup>-1</sup>, dependendo das espécies a serem controladas. O uso de espalhante aumenta sua atividade. Deve-se utilizar adjuvante não iônico.

Os sintomas aparecem em poucas horas após a aplicação, quando as folhas murcham e surgem manchas com aspecto encharcado que evoluem para necrose total em até três dias após o tratamento.

O diquat apresenta solubilidade em água de 700000 ppm, pka = zero, kow = 0,000055 e

koc estimado de 1.000.000 ml/g de solo. É inativado ao entrar em contato com o solo por completa adsorção desse cátion à argila. Por essa razão, sua lixiviação é nula e a decomposição microbiana no solo é muito lenta.

Devido à alta adsorção do diquat pelos colóides do solo, deve-se evitar o uso de água suja, com excesso de argila em suspensão para aplicar esse herbicida sob risco de perda da eficiência do tratamento.

Plantas perenes com sistema radicular profundo podem rebrotar. A ocorrência de chuva, 30 minutos após a aplicação, não afeta a atividade desse herbicida.

### **Diuron**

É um herbicida com ação residual que pertence ao grupo químico das uréias. O mecanismo de ação do diuron é a inibição da fotossíntese através do bloqueio do fluxo de elétrons no FSII, entre Qa e Qb. É recomendado em pré ou pós-emergência das plantas daninhas. Em pós-emergência, a aplicação deve ser feita, preferencialmente, nos estádios iniciais de desenvolvimento (pós-emergência precoce) das plantas daninhas. Nas aplicações em estádios mais avançados (pós-emergência normal e tardia), a eficiência do produto pode ser reduzida. Nesses casos, o diuron pode ser adquirido em mistura com paraquat (Gramocil). No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar com alto vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, umidade relativa inferior a 60% e altas temperaturas. Se não

chover em até 10 dias após a aplicação, a eficiência do produto pode ser reduzida.

Esse herbicida é absorvido pelas raízes e em menor proporção pela parte aérea das plantas e translocado via apoplasto, se absorvido pelas raízes, e pouco translocado, quando absorvido pelas folhas. Os sintomas que surgem primeiro são clorose internerval seguida de amarelecimento que progride para necrose generalizada.

É recomendado nas doses de 1 a 4 L ha<sup>-1</sup>, dependendo da marca comercial, das espécies a serem controladas e se aplicado em pré ou pós-emergência. Aplicar apenas em pomares com mais de dois anos. A aplicação deve ser feita no início do ciclo reprodutivo da cultura. Não usar em solos com menos de 1% de matéria orgânica. O diuron controla com eficiência espécies como picão-preto, guanxuma, caruru, corda-de-viola, poaia, carrapicho-rasteiro, papuã e serralha, entre outras.

O diuron apresenta baixa solubilidade em água de 42 ppm, pka = zero, kow = 589 e koc médio de 480 ml g<sup>-1</sup> de solo. É adsorvido pelos colóides da argila e da matéria orgânica tanto mais quanto maior o seu teor no solo, em razão disso e da baixa solubilidade é pouco lixiviável, exceto em solo com baixo teor de argila e matéria orgânica. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana, mas também química e física. Apresenta persistência média no solo (4 a 8 meses, dependendo das condições de clima e do solo).

Aplicações de doses altas podem resultar em resíduo por mais de um ano.

## **Glufosinate**

O glufosinate é um herbicida do grupo químico homoalanina substituída, não seletivo, de contato, recomendado para controle total da vegetação em pós-emergência. O mecanismo de ação do glufosinate é a inibição da enzima GS (glutamina sintase) que resulta em acúmulo de NH<sub>2</sub> na célula e conseqüente morte da mesma. Em pomares, é aplicado em jato-dirigido, evitando que o produto atinja partes vivas da cultura. A absorção é exclusiva por tecidos vivos (folhas, ramos e brotos), não sendo absorvido por via radicular e nem por sementes. Apresenta translocação reduzida. A dose recomendada é de 2 L ha<sup>-1</sup> (0,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

Apresenta lixiviação no solo, no entanto é rapidamente degradado por via química e microbiana, com persistência média de 7 a 20 dias.

## **Glyphosate**

O glyphosate é um herbicida aplicado em pós-emergência, para controle total da vegetação, com ação sistêmica, translocação simplástica e pertence ao grupo químico glicina substituída. O mecanismo de ação é a inibição da enzima EPSPs na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, precursores de produtos como lignina, flavonóides e ácidos benzóicos. Como a enzima afetada (EPSPs) é exclusiva de plantas, o glyphosate apresenta, de maneira geral, baixa toxicidade para animais. O glyphosate não apresenta ação sobre sementes e, devido a sua



conjugação com sesquióxidos de ferro e alumínio, não apresenta residual no solo.

A molécula do glyphosate é comercializada por várias empresas e, devido a isso, é encontrado no mercado com vários nomes comerciais e com diferentes formulações e concentrações. Cada um destes produtos possui registro para diferentes culturas. No momento da escolha do produto comercial, deve-se considerar a existência de registro para a cultura que se pretende tratar.

A dose recomendada de glyphosate está entre 0,5 a 6,0 L ha<sup>-1</sup> (0,18 e 2,16 kg i.a. ha<sup>-1</sup>), dependendo da concentração e da formulação do produto comercial, do estágio e das espécies a serem controladas. O volume de calda recomendado, para aplicações terrestres, varia de 80 a 400 L ha<sup>-1</sup>.

A absorção desses herbicidas pelas plantas é lenta e se dá somente por partes vivas das plantas. As partes da planta revestidas por células mortas (casca), como é o caso do caule e galhos mais velhos, não absorvem o produto, proporcionando a oportunidade de aplicações dirigidas à base da planta como ocorre em frutíferas. A ocorrência de chuva em intervalo de tempo menor que 4-6 horas pode reduzir a eficiência. As plantas tratadas morrem lentamente de 7 a 14 dias após a aplicação. Em plantas com sistema radicular profundo, recomenda-se não cortar a parte aérea durante a primeira semana após a aplicação, para favorecer a translocação do herbicida por toda a planta. A translocação é facilitada em condições de alta intensidade

luminosa. O uso de baixa vazão, que proporciona maior concentração do produto na calda e de gotas grandes, aumenta a absorção do produto. Os sintomas incluem amarelecimento dos meristemas que progride para necrose e morte em dias ou semanas.

A água usada como diluente não deve apresentar alta concentração de sais (água dura) ou argilas em suspensão, sob risco de reduzir a atividade destes herbicidas. A presença de poeira na superfície da folha reduz a sua eficiência.

O uso repetido de glyphosate selecionou biótipos de azevém (*Lolium rigidum* e *Lolium multiflorum*) e capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) resistentes na Austrália e nos Estados Unidos e na Malásia, respectivamente.

### **Linuron**

É um herbicida com ação residual que pertence ao grupo químico das uréias, cujo mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese, bloqueando o fluxo de elétrons no FSII, entre Qa e Qb. É recomendado em pré ou pós-emergência das plantas daninhas. Em pós-emergência, a aplicação deve ser feita, preferencialmente, nos estádios iniciais de desenvolvimento (pós-emergência precoce) das plantas daninhas. Nas aplicações em estádios mais avançados (pós-emergência normal e tardia), a eficiência do produto pode ser reduzida. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar com alto vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, umidade relativa

inferior a 60% e altas temperaturas. Se não chover, em um período de dois dias após a aplicação, a eficiência do produto pode ser reduzida.

Esse herbicida é absorvido pelas raízes e pelas partes aéreas das plantas e translocado via apoplasto. Os sintomas que surgem primeiro são clorose internerval seguida de amarelecimento que progride para necrose generalizada.

É recomendado nas doses de 1,2 a 4 L ha<sup>-1</sup>, dependendo da marca comercial, das espécies a serem controladas e se aplicado em pré ou pós-emergência. Não é recomendado para solos arenosos ou com menos de 1% de matéria orgânica. O linuron controla com eficiência grande número de plantas daninhas dicotiledôneas, entre elas: picão-preto, guaxuma, caruru, nabo, poaia, trapoeraba, carrapicho-rasteiro e serralha, entre outras.

O linuron apresenta solubilidade em água de 75 ppm, pka = zero, kow = 1010 e koc médio de 400 ml g<sup>-1</sup> de solo. É adsorvido pelos colóides da argila e da matéria orgânica, em razão disso é pouco lixiviável em solos argilosos e moderadamente em solos arenosos. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana. Apresenta persistência média no solo (2 a 5 meses, dependendo das condições de clima e do solo).

### **Metam**

Esse herbicida pertence ao grupo químico precursor do isotiocianato de metila. O mecanismo de ação não está bem

esclarecido, mas aparentemente ele é absorvido pelas plantas e seu metabolismo produz methylisotiocianato (MITC). O MITC interfere no metabolismo da planta inibindo enzimas, interagindo com o seu centro nucleofílico. O metam é um herbicida fumigante de solo, recomendado para uso em pré-plantio da cultura e pós-emergência das plantas daninhas (controla plântulas). Além do controle de plantas daninhas, o metam também é indicado para controle de nematóides e fungos de solo. A dose recomendada é de 750 L ha<sup>-1</sup> (aproximadamente 287 kg ha<sup>-1</sup> de i.a.). O metam é comercializado como líquido solúvel em água que, após aplicação no solo, converte-se em gás fumigante. Após a dissipação do gás, o solo está pronto para o plantio. A aplicação é feita após revolvimento e destorroamento do solo. Nos casos em que o solo estiver seco, deve-se irrigar com antecedência de 5 a 10 dias, para induzir a germinação das sementes das plantas daninhas, caso contrário essas não serão controladas.

A aplicação pode ser feita via irrigação, injetor de solo ou via pulverizador em operação simultânea com equipamentos como arado de disco, enxada rotativa ou rotocanteirador, incorporando o produto imediatamente. Em aplicações via sistema de irrigação, deve-se manter o sistema funcionando durante 15 minutos, para eliminar resíduos da tubulação, e, se a superfície do solo secar rapidamente, deve-se irrigar novamente, proporcionando maior retenção dos gases. Para aumentar a

eficiência do tratamento, recomenda-se cobrir a área tratada com filme plástico, enterrando as bordas para maior retenção do gás por um período de pelo menos 48 horas. No caso de áreas grandes, recomenda-se passar um rolo compactador ou irrigar a área, dificultando assim a saída do gás. Depois de sete dias, revolver o solo para liberação de possíveis gases remanescentes. Esperar de 7 a 21 dias após a aplicação para implantar a cultura. O intervalo de segurança para plantio da cultura é de 7 dias.

Como sintomas, observa-se que o metam provoca a morte das sementes em processo de germinação e plântulas recém formadas. O produto é fitotóxico para cultura, por isso é recomendado em pré-plantio, respeitando o período de carência (sete dias). A frequência de uso está limitada a uma aplicação antes do plantio.

O metam é pouco adsorvido pelos colóides do solo e possui persistência extremamente curta (em solo úmido de 1 a 5 horas), e o MITC desaparece em 1 a 2 semanas. Apresenta solubilidade de 722.000 mg L<sup>-1</sup> a 20°C; pka = 4,9; kow = 0,19 a pH 10,0 e koc médio de 10 ml g<sup>-1</sup> de solo.

### **Oryzalin**

É um herbicida que pertence ao grupo químico das dinitroanilinas, cujo mecanismo de ação é a inibição da síntese da tubulina, impedindo a polimerização do microtúbulo, resultando em divisão anormal das células. É recomendado para uso em pré-emergência das plantas daninhas em pomares já implantados ou em implantação. Pode ser

usado em pós-emergência em mistura com paraquat, em jato dirigido. Não necessita chuva logo após a aplicação, tolera até 21 dias com baixa intensidade de chuva. Não deve ser usado em solo com teor de matéria orgânica superior a 5%.

É absorvido principalmente pela radícula e praticamente não se transloca na planta. Como sintomas observa-se que as plantas sensíveis, algumas vezes, não conseguem emergir, e aquelas que emergem evidenciam folhas enroladas e mal formadas, com as raízes atrofiadas, sem elongação e em forma de taco.

Esse produto apresenta excelente ação sobre as gramíneas anuais e perenes, oriundas de sementes e algumas dicotiledôneas como o caruru e poaia. A dose recomendada está entre 2 e 4 L ha<sup>-1</sup>, variando de acordo com as características físico-químicas do solo, sendo que, em solos arenosos, deve-se usar doses menores, em solos médios, dose intermediária e, em solos pesados, a maior dose. Pode ser misturado com a maioria dos produtos, inclusive fertilizantes. Deve-se fazer apenas uma aplicação por estação de crescimento.

O Oryzalin é fortemente adsorvido pelos colóides do solo e pouco lixiviado. Em solos ricos em matéria orgânica, a forte adsorção impede a absorção desse herbicida pelas raízes das plantas, assim, não é aconselhável seu uso nessas condições.

Apresenta solubilidade de 2,6 ppm a 25°C, pka = 9,4, kow = 5420 a pH 7,0 e koc médio de 600 ml g<sup>-1</sup> de solo. Possui persistência

curta a média, com meia-vida de 20 dias. A lixiviação assim como o movimento lateral no solo, é muito reduzida, devido à adsorção e à baixa solubilidade. Apresenta degradação lenta no solo, não sendo recomendado cultivar cereais de inverno como trigo, aveia, triticale e centeio num prazo mínimo de 5,5 meses. A dose menor apresenta residual de aproximadamente 4 meses, já doses maiores de 6 a 8 meses. Não existem relatos de plantas daninhas resistentes a esse herbicida no Brasil.

### **Paraquat**

É um herbicida de contato, usado para controle total da vegetação em pós-emergência, que pertence ao grupo químico bipiridílio, cujo mecanismo de ação se dá pela captura de elétrons provenientes da fotossíntese e respiração, formando radicais livres que resultam na formação de radicais hidroxil e oxigênio livre (singleto), os quais promovem a peroxidação dos lipídeos das membranas celulares, ocasionando o vazamento do suco celular e a morte do tecido. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar em bom estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%.

É um herbicida usado extensivamente como dessecante. Pode ser usado em aplicações em área total, em pré-emergência das culturas e pós-emergência das plantas daninhas e em aplicações dirigidas com a cultura já estabelecida. A dose recomendada

varia de 1,5 a 3 L ha<sup>-1</sup>, dependendo das espécies a serem controladas.

Os sintomas aparecem em poucas horas após a aplicação, quando as folhas murcham e surgem manchas com aspecto encharcado, que evoluem para necrose total da planta em até três dias após o tratamento. O uso de espalhante aumenta sua atividade.

O paraquat é um herbicida totalmente solúvel em água e apresenta  $pK_a$  = zero,  $K_{ow}$  = 4,5 e  $K_{oc}$  estimado de 1.000.000 ml/g de solo. É inativado ao entrar em contato com o solo, por completa adsorção desse cátion à argila. O paraquat, devido à sua dupla carga positiva, forma complexos com os locais de carga negativa, só sendo recuperado por fragmentação da argila com ácido sulfúrico 18 N. Por essa razão, sua lixiviação é nula e a decomposição microbiana no solo é muito lenta.

Devido à alta adsorção do paraquat pelos colóides do solo, deve-se evitar o uso de água suja, com excesso de argila em suspensão, para aplicar esse herbicida, sob risco de perda da eficiência do tratamento.

Plantas perenes com sistema radicular profundo podem rebrotar. A ocorrência de chuva, 30 minutos após a aplicação, não afeta a atividade desse herbicida.

### **Simazine**

A simazine é comercializada por diferentes empresas, com diferentes nomes comerciais, entretanto somente o Herbazin 500 está registrado para algumas frutíferas. A simazine pertence ao grupo químico das

triazinas, cujo mecanismo de ação é a inibição da fotossíntese, através do bloqueio do fluxo de elétrons no FSII, entre Qa e Qb. Seu uso é recomendado em pré-emergência das plantas daninhas, para controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas em pomares com mais de um ano de implantação. Deve ser aplicado com bom nível de umidade no solo. Se for aplicado em solo seco e se não chover em até sete dias, a eficácia do produto será reduzida. A sua absorção é basicamente pelo sistema radicular das plantas. Os sintomas incluem clorose internerval seguida de amarelecimento das bordas das folhas que progride para necrose generalizada, surgindo primeiro e de forma mais evidente nos tecidos mais velhos.

É recomendado nas doses de 3 a 7 L ha<sup>-1</sup>, dependendo da marca comercial e da espécie a ser controlada. A aplicação apresenta melhores resultados quando é realizada no início do ciclo reprodutivo. Controla com eficiência milhã, picão-preto, caruru, picão-branco, beldroega, carrapicho-rasteiro, corda-de-viola, nabo, maria-pretinha, guanxuma e poaia, entre outras.

No Sistema de Produção Integrada, o tratamento com simazine deve ser realizado antes da floração em solo limpo (em pré-emergência das plantas daninhas) ou em pós a colheita, limitando-se a duas aplicações por ciclo. Deve ser respeitado o período de 5 a 6 meses entre as aplicações.

Apresenta solubilidade em água de 3,5 ppm, pka = 1,62, kow = 122 e koc médio de

130 ml/g de solo. Devido à sua baixa solubilidade, apresenta maior atividade e residual em solos arenosos. É adsorvido pelos colóides da argila e da matéria orgânica tanto mais quanto maior o seu teor no solo; o processo é reversível, dependendo da umidade, da temperatura e do pH do terreno. É pouco lixiviável, não sendo comum ser encontrado nos solos cultivados a profundidade superior a 10 cm. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana, mas também ocorre a química, principalmente hidrólise, com formação de hidroxisimazine e dealquilação do grupo amina. Apresenta persistência média no solo nas doses recomendadas de 5 a 7 meses, nas condições tropicais e subtropicais, podendo ser maior que 12 meses se usado em doses elevadas. Em razão da baixa solubilidade em água e da pequena movimentação no perfil do solo, usa-se a mistura com atrazine para minimizar efeitos do clima, principalmente relacionados a oscilações pluviométricas, sobre a eficiência do tratamento no controle das plantas daninhas e, também, para aumentar o espectro de controle.

## **Misturas de Herbicidas Registradas para Manejo da Vegetação em Pomares**

### **Atrazine + simazine**

Esta mistura é recomendada para uso em pré-emergência das plantas daninhas. O solo deve ter bom nível de umidade; caso seja

aplicado em solo seco e não chover em cinco dias após a aplicação do produto, a sua eficácia será reduzida. Controla a maioria das espécies daninhas dicotiledôneas. Apresenta controle médio de milhã e de papuã. Apresenta curto residual. É recomendado nas doses 3,6 a 6,8 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial. A dose varia de acordo com o tipo de solo, devendo-se usar a menor dose em solos leves e a maior em solos pesados e com alto teor de matéria orgânica. A aplicação deve ser feita no início do ciclo reprodutivo.

### **Diuron + paraquat**

A mistura de diuron + paraquat é recomendada para uso em pós-emergência, em jato dirigido, evitando atingir folhas, brotações e outras partes vivas da planta. No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar em bom estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. A quantidade de diuron na mistura não é suficiente para proporcionar controle residual, assim, a ação do paraquat e do diuron se dá por contato.

A dose recomendada varia de 2 a 3 L ha<sup>-1</sup>, do produto comercial, dependendo do estágio vegetativo das mesmas. A maior dose deve ser empregada nos casos em que ocorrer alta densidade e/ou as plantas daninhas estiverem em estádios avançados de desenvolvimento. Esse produto controla a maioria das espécies gramíneas e dicotiledôneas. O Intervalo de segurança para maçã é de 68 dias.

### **Glyphosate + simazine**

É um herbicida que deve ser usado em jato dirigido, evitando atingir folhas, brotações e outras partes vivas da planta. Aplicar somente em pomares com mais de dois anos da implantação, e, em maçã, a recomendação é que a aplicação seja realizada nos meses de outubro a dezembro. A dose recomendada varia de 5 a 6 L ha<sup>-1</sup>, dependendo das espécies e do estágio vegetativo das mesmas. Para infestações com plantas de 10 a 15 cm, usar a menor dose e para infestações com plantas perenes e com alto grau de infestação usar a maior dose (6 L ha<sup>-1</sup>). No momento da aplicação, as plantas daninhas devem estar em bom estado de vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, horas de muito calor e umidade relativa do ar inferior a 60%. Controla com eficiência a maioria das espécies gramíneas e dicotiledôneas. O intervalo de segurança para maçã é de 68 dias.

### **Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**

Aplicações repetidas de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, em uma população de plantas, exercem alta pressão de seleção e provocam seleção direcional e progressiva de indivíduos que possuem genes de resistência. Muitas evidências indicam que o aparecimento de resistência a um herbicida, em uma população de plantas se deva à seleção de um biótipo resistente preexistente que, devido à pressão de

seleção exercida por repetidas aplicações de um mesmo herbicida ou herbicidas com mesmo mecanismo de ação, encontra condições para multiplicação. Portanto, o surgimento de plantas daninhas resistentes é resultado do uso incorreto de herbicidas para controlar tais espécies.

O tempo necessário para o surgimento e a proporção de plantas resistentes em um local varia com a frequência de uso do herbicida e dos seus efeitos biológicos, podendo ser bastante curto, como no caso das sulfoniluréias que o primeiro biótipo resistente foi identificado quatro anos após o lançamento comercial deste grupo, ou levar

mais de 20 anos, como no caso do glyphosate e do propanil. Na Austrália, foram selecionados biótipos de *Lolium rigidum* resistentes ao diclofop-methyl em três gerações, partindo-se de uma população sensível e com uso de dose normal do herbicida.

A resistência de plantas daninhas é um problema crescente no Brasil, atualmente, estão comprovados nove casos (Tabela 1) que vêm afetando, além dos agricultores, todas as pessoas que manuseiam produtos agrícolas, devido às dificuldades de controle dessas espécies que podem resultar em aumento no custo e redução da produção.

**Tabela 1.** Plantas daninhas resistentes a herbicidas no Brasil.

Nome comum	Nome científico	Ano da identificação	Grupo para o qual apresenta resistência
Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	1992	Inibidores da ALS
Picão-preto	<i>Bidens pilosa</i>	1993	Inibidores da ALS
Picão-preto	<i>Bidens subalternus</i>	1996	Inibidores da ALS
Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i>	1997	Inibidores da ACCase
Capim-arroz	<i>Echinocloa crus-galli</i>	1999	Auxinas
Capim-arroz	<i>Echinocloa crus-pavonis</i>	1999	Auxinas
Sagitária	<i>Sagittaria montevidensis</i>	1999	Inibidores da ALS
Tiririca	<i>Cyperus difformis</i>	2000	Inibidores da ALS
Cuminho	<i>Fimbristylis miliacea</i>	2001	Inibidores da ALS

## Prevenção e Manejo da Resistência a Herbicidas

A resistência de plantas daninhas a herbicidas assume grande importância, principalmente quando o número de herbicidas alternativos, para serem usados no controle dos biótipos resistentes, é limitado ou inexistente. O número de ingredientes ativos disponíveis para controlar algumas espécies daninhas é bastante

restrito, e o desenvolvimento de novas moléculas é cada vez mais difícil e oneroso. A ocorrência de resistência múltipla agrava ainda mais o problema, já que, nesse caso, são dois ou mais os mecanismos de ação que precisam ser substituídos. Assim, o controle dos biótipos resistentes com o uso de herbicidas é comprometido, o que restringe essa prática a outros métodos menos eficientes.

As técnicas de prevenção e manejo da resistência buscam reduzir a pressão de seleção, controlar os indivíduos resistentes antes que eles possam se multiplicar e, também, ampliar as alternativas de controle possíveis de serem adotadas. Isso pode ser conseguido com a adoção das práticas comentadas a seguir:

- Utilizar herbicidas somente quando e onde realmente for necessário;
- Utilizar herbicidas com diferentes mecanismos de ação;
- Realizar aplicações seqüenciais;
- Usar mistura de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e de destoxificação;
- Realizar rotação de herbicidas com mecanismo de ação diferente;
- Limitar aplicações de um mesmo herbicida;
- Usar herbicida com menor pressão de seleção (residual e eficiência);
- Fazer rotação de culturas;

- Promover rotação de métodos de controle;
- Acompanhar mudanças na flora;
- Evitar que plantas suspeitas produzam sementes;
- Efetuar rotação do preparo do solo.

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é um fenômeno natural, acelerado pelo uso inadequado dos herbicidas. A sua evolução se deve à alta pressão de seleção, exercida sobre a população de plantas daninhas através da aplicação repetida de herbicidas com mesmo mecanismo de ação altamente eficientes e específicos, aliada ao não-uso de outros métodos de controle e à monocultura. A rotação de mecanismos de ação é de grande importância para evitar que as plantas daninhas adquiram resistência (Tabela 2).

**Tabela 2.** Grupos herbicidas, nomes comuns e principais culturas registradas.

Tipo de manejo	Grupo químico	Nome comum <sup>1</sup>	Culturas registradas
Herbicidas não seletivos (Dessecação)	Glicina substituída	Glyphosate	Maçã, uva, nectarina, pêra, pêssego, citros e ameixa.
	Homoalanina	Glufosinate	Maçã, nectarina, citros, uva e pêssego.
	Bipiridílio	Diquat	Maçã, nectarina, citros, pêra e pêssego.
		paraquat	Maçã, uva, pêssego e pêra.
Controle seletivo	Triazina	atrazine	Maçã e pêssego.
		simazine	Maçã e uva.
		ametryn	Uva.
		Uréia	diuron
	linuron		Uva e pêra.
	Dinitroalínina		oryzalin
	Ácido benzeno dicarboxílico	chlorthal-dimethyl	Morango.
Isotiocianato de metila	metam	Morango.	

<sup>1</sup> Registrado com diferentes nomes comerciais. Nem todos as marcas comerciais possuem registro para as culturas indicadas.



Na fruticultura, o principal herbicida utilizado para manejo da vegetação na linha da cultura é o glyphosate, o que pode resultar em seleção de biótipos resistentes a esse herbicida. Observa-se que a dose de glyphosate necessária para controlar azevém aumentou nos últimos anos, sendo que, atualmente, a dose utilizada pelos produtores varia de 1,5 a 6 L ha<sup>-1</sup>, ocorrendo em alguns casos controle insuficiente, o que demonstra, no mínimo, a existência de biótipos tolerantes a essas doses do herbicida. Os produtores devem ser estimulados a adotar práticas preventivas à resistência, antes que as falhas de controle apareçam na lavoura, a fim de minimizar o risco do surgimento de plantas resistentes e/ou facilitar o seu controle.

## **Manejo da Vegetação na Produção Integrada de Frutas**

No Sistema de Produção Integrada de Frutas (PIF), as plantas daninhas devem ser eliminadas das linhas da cultura durante o período vegetativo e manejadas nos demais períodos. A vegetação da entre linha deve ser manejada por meio de roçadas, a uma altura próxima de 15 cm, durante todo o ciclo da cultura. É importante que seja feito monitoramento da vegetação, para evitar que essa sirva de abrigo para pragas e doenças, e, na época da floração da cultura, existam plantas florescidas que possam competir pelos polinizadores.

A área de controle nas filas da cultura varia de acordo com o sistema radicular, que varia

de acordo com o porta-enxerto utilizado, a profundidade do solo e a idade da planta. Em geral, a faixa de controle não deve ser superior a 1/3 da distância entre linhas e limitada em 2 m de largura.

O controle químico das plantas daninhas, no Sistema de Produção Integrada, não deve ser empregado no período de 45 dias que antecede a colheita. Já os herbicidas pré-emergentes como simazine só devem ser aplicados antes da floração ou em pós-colheita, limitando-se a duas aplicações por ciclo. Vale salientar que somente os produtos recomendados pelas normas técnicas do Sistema de Produção Integrada podem ser utilizados nesse sistema, sob pena de perda da certificação, mesmo que existam outros produtos registrados para a cultura.

## **Considerações Finais**

A eficiência do tratamento herbicida está intimamente ligada à correta aplicação do mesmo. A aplicação deve ser feita somente quando as condições de clima favorecem a absorção e a translocação do herbicida.

A composição da vegetação de uma área está diretamente ligada à pressão de seleção aplicada, assim, o uso de mais de um método de controle favorece a diversidade, evitando a seleção de espécies. O controle eficiente de plantas daninhas não implica inexistência dessas no pomar. A cultura é capaz de conviver com certo número de plantas daninhas na área, sem que ocorram perdas significativas na produção, ou ainda, existem situações onde o controle possui custo superior às possíveis perdas.

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é um fenômeno que resulta do uso inadequado dos herbicidas, sendo que, nestes casos, ela passa a ser uma questão de tempo. Assim, existe a necessidade de que se conheçam as espécies que ocorrem no pomar, bem como suas proporções, pois assim será possível observar os efeitos do tipo de controle empregado e usar racionalmente os demais métodos de controle disponíveis, evitando-se a seleção de espécies e a resistência aos herbicidas.

## Referências Bibliográficas

BINGHAM, S. W.; CHISM, W. J.; BHOWMIK, P. C. Weed management for turfgrass. In: SMITH, A. E. **Handbook of weed management systems**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 603-665.

FLECK, N. G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 70 p.

SILVA, A. A. da; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F. **Controle de plantas daninhas**. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 1999. 2260 p.


PETRI, J. L.; HOFFMANN, A.; BERNARDI, J.; PERREIRA, A. J. **Manejo da planta e do solo na produção integrada de maçã**.

Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 32).

SANHUEZA VALDEBENITO, R. M. **Sistema de produção de frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000. 3 p. (Embrapa Uva e Vinho. Instrução Técnica, 4).

SMEDA, R. J.; WESTON, L. A. Weed management systems for horticultural crops. In: SMITH, A. E. **Handbook of weed management systems**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 553-602.

VARGAS, L.; SILVA, A. A. da; BORÉM, A.; REZENDE, S. T. de; FERREIRA, F. A.; SEDIYAMA, T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa: Jard, 1999. 131 p.

<p><b>Circular Técnica, 47</b></p> <p>Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento</p> 	<p>Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:</p> <p><b>Embrapa Uva e Vinho</b>  Rua Livramento, 515 – C. Postal 130  95700-000 Bento Gonçalves, RS  <b>Fone:</b> (0xx)54 455-8000  <b>Fax:</b> (0xx)54 451-2792  <a href="http://www.cnpuv.embrapa.br">http:// www.cnpuv.embrapa.br</a></p> <p><b>1ª edição</b>  1ª impressão (2003): 1000 exemplares</p>	<p><b>Comitê de Publicações</b></p> <p><b>Expediente</b></p>	<p><b>Presidente:</b> Gilmar Barcelos Kuhn  <b>Secretário-Executivo:</b> Nêmore G. Turchet  <b>Membros:</b> Gildo A. da Silva e Francisco Mandelli</p> <p><b>Revisão do texto:</b> Rosa Mística Zanchin</p>
---	--	--	---